

ISSN N°1850-4086 N°1626 Diciembre 2024

Informe del Mes de Noviembre de 2024

Autor: Dominguez, Nelson Javier

A lo largo del presente boletín se muestra un resumen del comportamiento de las principales variables climáticas, generadas por la estación agrometeorológica convencional ubicada en el predio del Campo Anexo Ing. Agr. Francisco Cantos, de la Estación Experimental Agropecuaria Santiago del Estero (Lat. S: 28.02, Long. O: 64.23, 169m s.n.m.). Se especificará cuando el análisis haya tenido en cuenta datos de la estación automática Vantage Pro II de Davis®. Los datos históricos se analizaron mediante el empleo del entorno de software libre “R.”

Los datos recabados por I.N.T.A. pueden visualizarse a través de los siguientes enlaces:

- ⊕ <http://siga.inta.gov.ar/>
- ⊕ <https://ema.inta.gob.ar/>

Resumen: El presente mes arrojó un valor medio de temperatura que puede catalogarse como “superior a la normal”. El valor de temperaturas diarias mínimas medio mensual se ha posicionado como el segundo valor más alto para un mes de noviembre. El valor medio de temperatura mínima de la primera y tercera década ocupan las posiciones 4 y 2 respectivamente entre los valores medios más altos de este periodo. Se han acumulado 173,3mm de precipitación en el actual mes, catalogándose como Superior a la Normal, siendo el segundo noviembre con el mayor valor acumulado. La cantidad de días con eventos de precipitación fue casi el doble del valor promedio.

Hubo reducida insolación relacionado a la seguidilla de días con eventos de precipitación y cielos mayormente cubiertos.

Los vientos provinieron predominantemente desde la dirección Sudeste, seguido por los vientos desde el sector Norte. Se registraron vientos máximos de 35,4km/h a 2m de altura sobre la superficie.

La humedad relativa del ambiente presentó valores levemente por encima del promedio. Un 22% del tiempo los valores de este parámetro se encontraron por encima del 90%, mientras que un 07% del tiempo los valores se ubicaron en la categoría correspondiente a humedad ambiente “menor a 40%”.

En veinte días se alcanzaron valores del índice ITH (modificado por viento y radiación) que corresponden a la categoría de estrés “severo”, con más de 12 horas en este estatus los días 16 y 27, alcanzando valores calculados máximos de 96 los días 24 y 27. Solamente dos días presentaron valores por debajo del umbral de estrés.

TEMPERATURA

Dada la falta de datos de temperatura extrema diaria de varios días (por escasez de personal) y solamente con motivo de poder mostrar con fines informativos el comportamiento de la temperatura se emplean los datos registrados por la estación meteorológica automática¹ cuando estos falten de la estación meteorológica convencional. No se recomienda emplear las series de datos de ambas fuentes en conjunto a los fines normales, dado el ruido que puede generar en el análisis estadístico de los datos históricos con fines de investigación climatológica.

El valor promedio de temperatura media mensual fue superior a la normal², de acuerdo con el promedio de la serie³, colocándose en la octava⁴ ubicación, ordenados los años de manera descendente. El valor medio de temperatura mínima fue superior a la normal, compartiendo la segunda⁵ ubicación con el año 2019 quedando a 1,1°C del valor medio más alto para este mes: 20,9°C, registrado en el año 2009. El valor medio de temperatura máxima fue apenas 0,1°C mayor al del pasado mes de octubre.

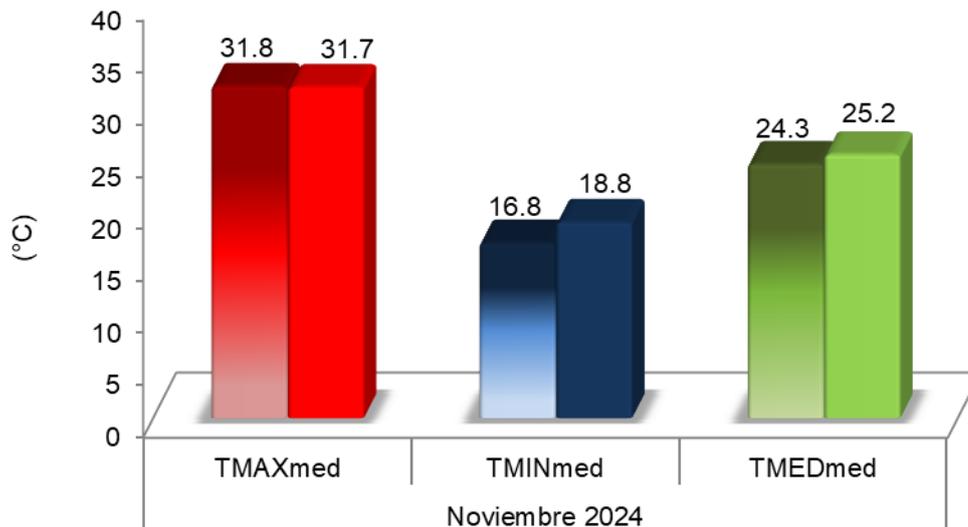


Figura 1. Valores medios mensuales de temperaturas máximas, mínimas y medias para el mes de noviembre. Referencias: colores degradados (noviembre serie 1991-2020), colores uniformes (noviembre 2024).

Respecto a igual mes del año anterior, el valor medio de temperaturas máximas fue inferior en 1,5°C mientras que el valor medio de temperaturas mínimas lo fue en 0,7°C.

¹ Temperaturas mínimas diaria del día 17. Temperaturas máximas diarias de los días 02 y 18. Temperaturas máximas y mínimas del día 11. Las temperaturas medias de estos días surgen del promedio de los datos conjuntos de la estación automática en reemplazo de los que faltaran de la estación convencional.

² Para la temperatura, se puede considerar que el valor normal implica valores de aproximadamente 0,5°C por debajo o por encima del valor promedio. Valores por debajo o por encima de ese rango serían temperaturas inferiores o superiores a la normal, respectivamente.

³ Serie histórica considerada para el análisis de las temperaturas medias emplea el periodo de datos 1991-2020.

⁴ Sí solamente empleamos los valores medios diarios obtenidos con la estación convencional, el valor medio de 25,4°C se ubicaría en la séptima posición.

⁵ Sí solamente empleamos los valores medios diarios obtenidos con la estación convencional, el valor medio de 18,8°C conservaría igual ubicación.

El valor de temperatura media fue superior a la normal en todas las décadas⁶ (Fig. 2). El valor medio de temperaturas máximas fue menor mientras que el de mínimas fue mayor a los de la última década del mes de octubre.

El valor medio de temperaturas máximas fue inferior en 0,1°C, 0,2°C y en 0,1°C en cada década respectivamente. Por su parte, el valor medio de temperaturas mínimas fue superior en 3,0°C y en 3,6°C en la primera y tercera década respectivamente e inferior en 0,6°C en la segunda década. Es en la segunda década dónde se registran los valores diarios extremos (Figura 4).

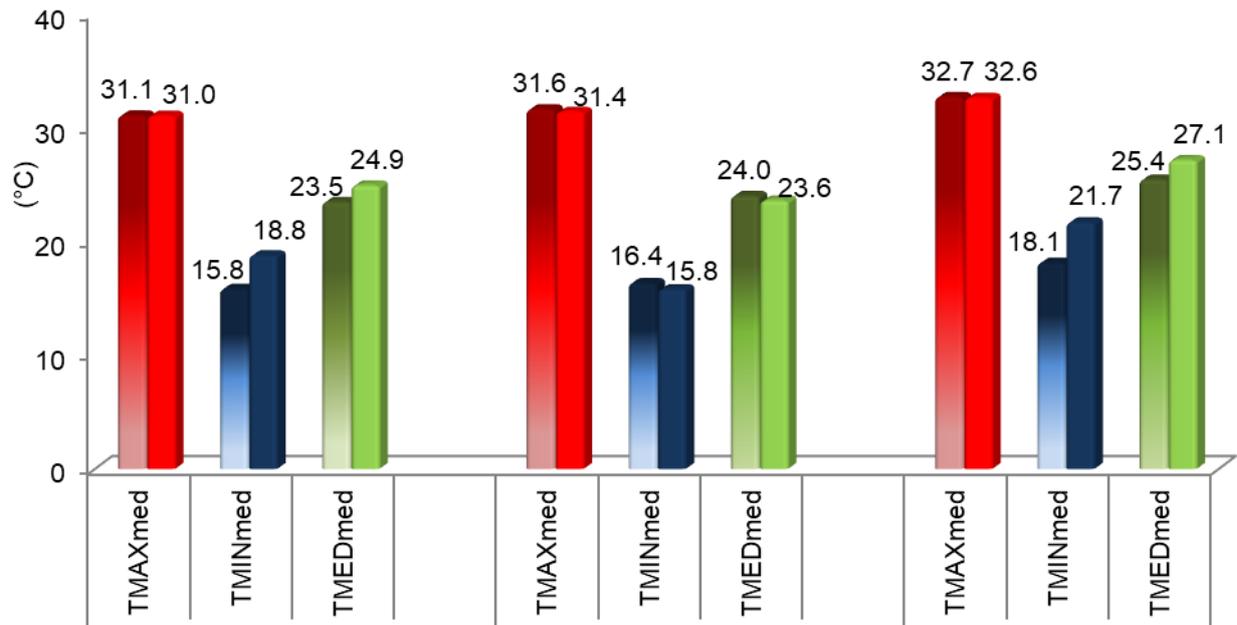


Figura 2. Valores medios de temperaturas máximas, mínimas y medias, agrupadas en períodos decadales, para el mes de noviembre. Referencias: colores degradados (noviembre serie 1991-2020), colores uniformes (noviembre 2024).

El valor medio de temperaturas máximas de la primera década se ubica en la decimoséptima posición⁷ (ordenados de manera ascendente) y, el valor de temperaturas mínimas medio de esta década se coloca en la posición cuarta⁸ entre los más altos en este caso. En la segunda década, el valor medio de temperaturas máximas calculado se ubica en la decimosegunda posición⁹, y el valor medio de temperaturas mínimas¹⁰ se ubica en la vigésima

⁶ Década: cada uno de los tres intervalos de 10 días en los que se subdivide el mes (1 al 10, 11 al 20 y 21 al 30-31).

⁷ Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 31,1°C conservaría igual posición.

⁸ Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 18,8°C conservaría igual posición.

⁹ Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 32,7°C se ubicaría en la vigésima posición.

¹⁰ Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 15,4°C se ubicaría en la vigésimo cuarta posición.

posición. En la tercera década, el valor promedio de temperaturas máximas¹¹ se ubica en la decimotercera posición y el de mínimas se ubica en la segunda posición¹². Con respecto a las temperaturas medias, la primera década se ubica en la séptima posición¹³, el valor de la segunda¹⁴ se ubica en la decimoséptima posición y el de la tercera¹⁵ década, comparte la sexta posición con el año 2003, ordenados los valores de manera descendente siempre.

A continuación, se muestran los valores de temperaturas medias de la marcha anual de temperatura en paso decádico para la serie 1991-2020 (Fig. 3). Se tuvo en cuenta solamente el valor medio absoluto más alto y el más bajo para cada década con su correspondiente valor medio, considerando el periodo de la serie histórica. A su vez se indica el valor de temperatura media decádico del corriente año.

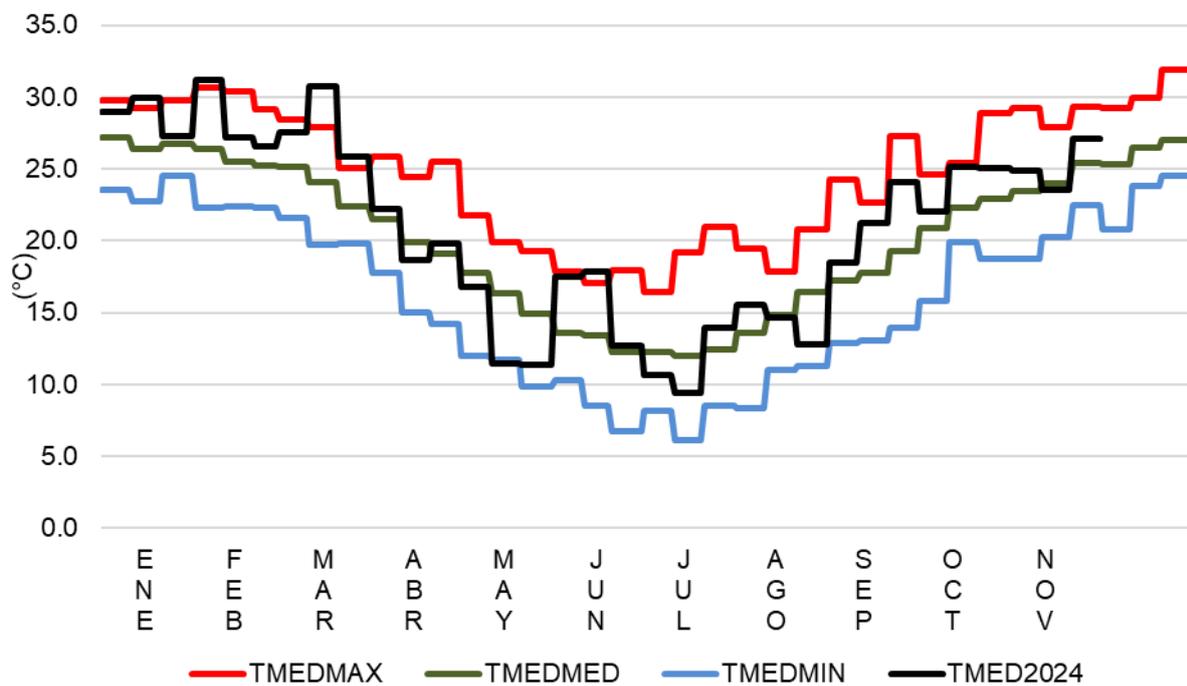


Figura 3. Valores de temperatura media absoluta máxima (TMEDMAX), absoluta mínima (TMEDMIN) y valor medio (serie 1991-2020) (TMEDMED), expresados en forma promedio decadal y, valor de temperatura medio decadal del presente año (TMED2024).

Se realizó un análisis de los valores de temperaturas más altos registrados en cada categoría, de acuerdo con la serie histórica¹⁶ del mes de noviembre (Tabla 1).

¹¹ Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 32,6°C conservaría igual posición.

¹² Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 21,7°C conservaría igual posición.

¹³ Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 24,9°C conservaría igual posición.

¹⁴ Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 25,7°C se colocaría en la decimoquinta posición.

¹⁵ Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 27,1° conservaría igual posición.

¹⁶ Serie histórica considerada para el análisis de las temperaturas extremas diarias: 1989-2023.

Tabla 1. Valores de temperatura extremos históricos máximos por categoría y año de ocurrencia.

	Máxima		Mínima		Media	
	Año	T (°C)	Año	T (°C)	Año	T (°C)
1°	2023	45,1	2009	29,2	2023	35,6
2°	2009,2017	44,0	2023	29,1	2009	35,5
3°	2003	43,5	2008	28,2	2008	34,6
4°	2020	42,6	2020	27,5	1995	33,2
5°	2008	42,5	1995	27,2	2016	33,0
	2024	40,6	2024	24,6	2024	32,3

Además, se realizó un análisis de los valores de temperatura más bajos registrados en cada categoría, de acuerdo con la serie histórica del mes de noviembre (Tabla 2).

Tabla 2. Valores de temperatura extremos históricos mínimos por categoría y año de ocurrencia.

	Máxima		Mínima		Media	
	Año	T (°C)	Año	T (°C)	Año	T (°C)
1°	2008	15,0	2022	0,1	2000	12,8
2°	2014	18,0	1992	2,1	1992	13,1
3°	2015	18,5	2016	2,8	2022	13,3
4°	2019	18,6	1999	4,6	2008	14,5
5°	2000	19,0	2023	5,6	2016	14,9
	2024	21,8¹⁷	2024	11,1	2024	19,4¹⁸

De las tablas se puede mencionar que no han ocurrido valores extremos para el mes.

En veintiún días la temperatura máxima diaria se ha encontrado por encima del umbral de los 30,0°C, siendo mayor al valor promedio de veinte días (Figura 4).

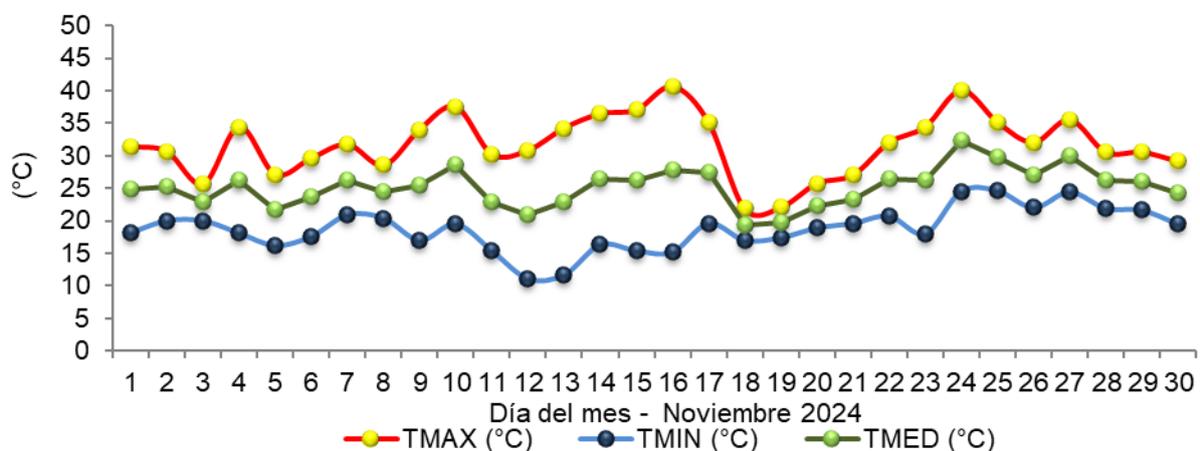


Figura 4. Valores diarios de temperatura para el mes de noviembre de 2024.

¹⁷ Valor máximo diario registrado por estación automática para el día 18.

¹⁸ Valor calculado a partir de los datos combinados de temperatura mínima de estación automática y de temperatura máxima de estación convencional para el día 18.

Un análisis de los valores de temperaturas medias diarias se realizó (Figura 5). Se tuvo en cuenta solamente el valor medio absoluto más alto y el más bajo para cada día con su correspondiente valor medio, considerando el periodo total de la serie histórica. A su vez se indica el valor de temperatura media diario¹⁹ del corriente año. Particularmente el día 30 presentó un valor medio para ese día que es más alto que el máximo de la actual climatología.

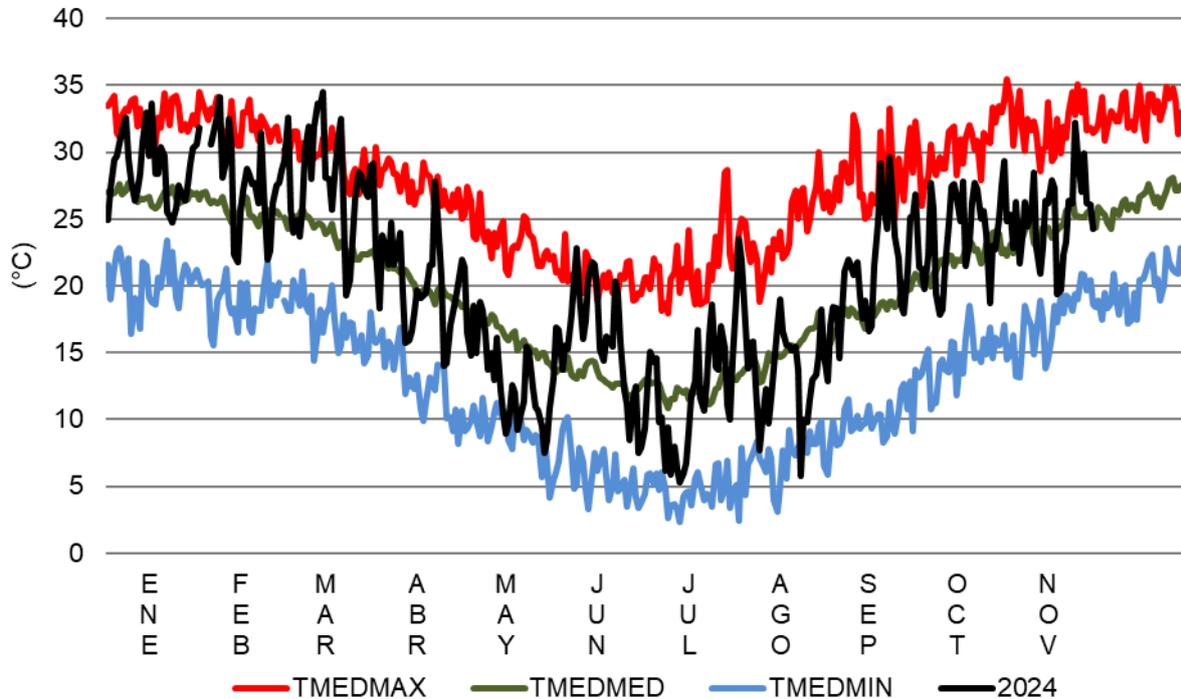


Figura 5. Valores de temperatura media: absoluta máxima, absoluta mínima y valor medio (serie 1991-2020), expresados en forma diaria y, valor de temperatura medio diario del presente año.

Los Grados Días de crecimiento son un indicador, basado en la temperatura del aire, que es empleado para evaluar el crecimiento, el desarrollo y la madurez del cultivo²⁰. Es una medida de la acumulación de calor, utilizada para predecir las tasas de desarrollo de plantas y plagas, como por ejemplo la fecha en que un cultivo alcanza la madurez. En ausencia de condiciones extremas como la sequía o una enfermedad, las plantas crecen de forma gradual y acumulativa, lo que está fuertemente influenciado por la temperatura ambiente. Se definen (entre varios métodos de cálculo) como la temperatura media diaria (promedio de las temperaturas máximas y mínimas) por encima de un cierto umbral de temperatura base, acumulada diariamente durante un período de tiempo. Estas temperaturas dependen de la fase de desarrollo, no obstante, a los fines del presente, se ha definido solo una, independientemente del estado fisiológico.

¹⁹ Incluye los valores de temperaturas medias diarias calculados combinando con los datos de la estación automática cuando estos faltasen de la estación convencional.

²⁰ Mavi, H. S. & Tupper, G. J. (2004). Chapter 3. Environmental Temperature and Crop Production. In: *Agrometeorology: principles and applications of climate studies in agricultura* (pp43-68). CRC Press.

Para el cultivo algodón²¹ en se han acumulado 94,2, 80,9 y 101 grados días (temperatura base: 15,5°C²²), en cada una de las décadas²³ respectivamente, totalizando 276 grados días en el presente mes.

PRECIPITACIÓN

Se registraron 173,3mm de precipitación de precipitación acumulada de manera mensual (Figura 6), 112,7mm por encima del valor promedio de la serie²⁴. En solo seis años de la serie se superaron los 100mm.

Ordenando de mayor a menor las cantidades acumuladas en cada uno de los meses de noviembre de la serie de datos históricos se puede indicar que el actual mes se ha ubicado en el puesto N°2 del ranking.

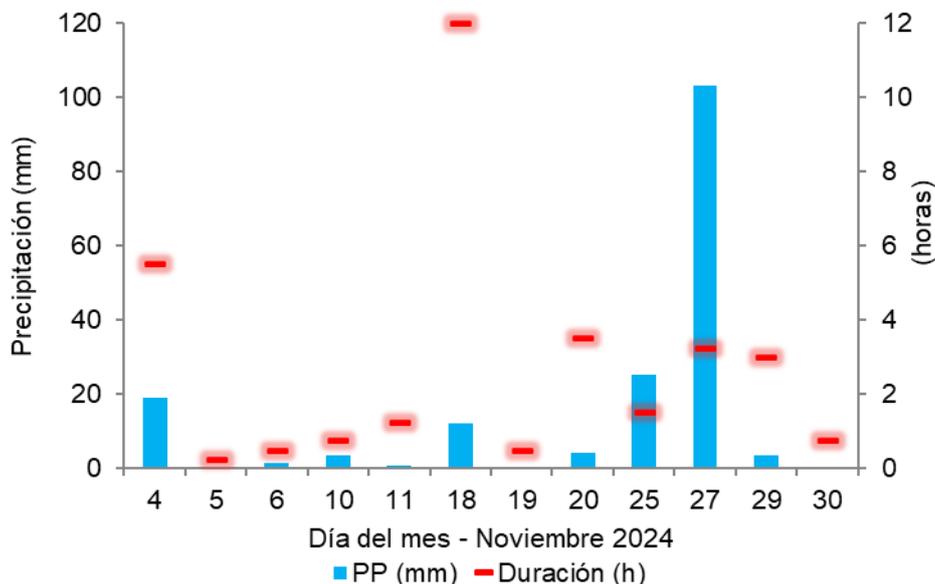


Figura 6. Valores de precipitaciones registradas como día pluviométrico mediante pluviómetro tipo “B” y duración²⁵ de los eventos a partir de los registros de estación meteorológica automática.

²¹ Para más información respecto al estado del cultivo en las diferentes provincias productoras, revise los informes mensuales publicados en el sitio: <https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/algodon/informes/>

²² Fraisse C., Bellow J. & Brown C. 2019. *Degree Days: Heating, Cooling, and Growing I*. Agricultural and Biological Engineering Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Serie ABE381.

²³ Empleando los datos combinados de la estación meteorológica y convencional aclarados en la nota al pie N° **¡Error! Marcador no definido..**

²⁴ Serie histórica considerada para el análisis de las precipitaciones mensuales: 1991-2020.

²⁵ La duración considera que haya ocurrido un registro del pluviómetro en cada período de 15 minutos (0,2mm), no obstante, pueden ocurrir precipitaciones en forma de lloviznas de larga duración pero que en volumen no sean suficientes para poder ser registradas y, por lo tanto, se subestime la duración de estos fenómenos.

Se han contabilizado catorce eventos, de los cuáles doce lo fueron con precipitación registrable²⁶, siendo casi el doble de días para la serie del mes de noviembre²⁷.

En la Figura 7 se ejemplifica cómo fue la anomalía en milímetros de cada uno de los meses de noviembre de la serie de datos histórica de precipitación mensual acumulada (1981-2024) respecto al promedio.

Los valores extremos de precipitación acumulada mensual a lo largo de la serie histórica para el presente mes son de 3.4mm como valor mínimo y 261mm como valor máximo ocurrido en el año 1985.

Considerando que las precipitaciones son un fenómeno discontinuo temporal y espacialmente, una mejor descripción se obtiene con el uso de la Mediana, que es una medida estadística de posición central de los datos, informándonos un valor que indica que existe un número igual de datos inferiores y superiores a este valor. Para el caso del mes de noviembre, dicho valor es de 68,0mm. Relacionado a esto, el actual mes presentó un comportamiento “superior al normal”.

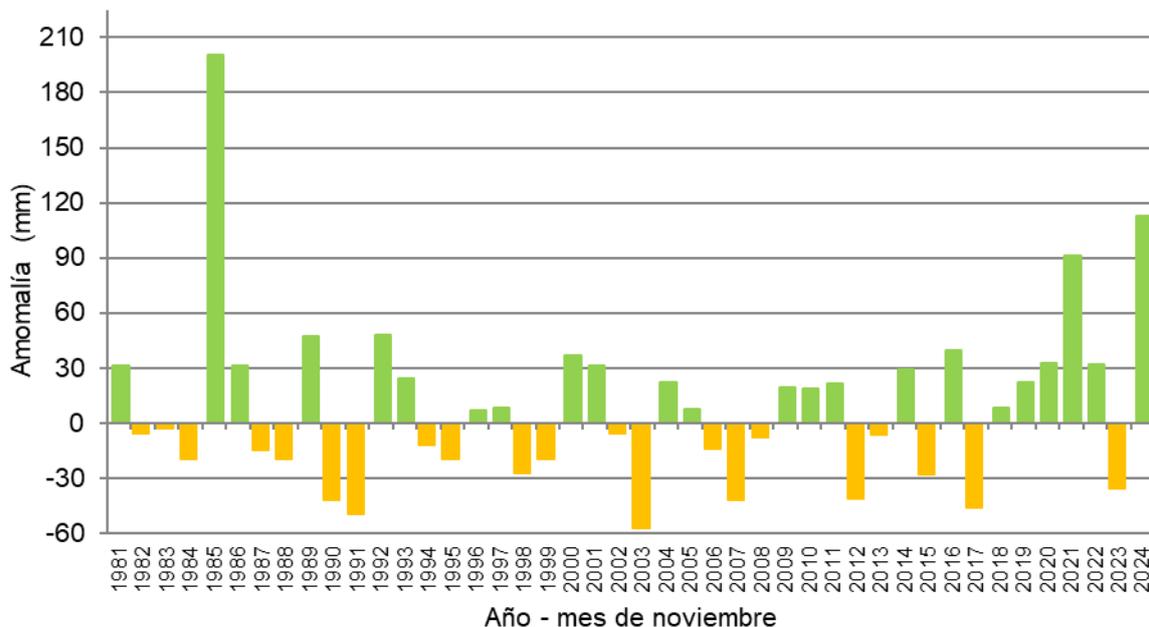


Figura 7. Anomalía de precipitación mensual (mm) para el mes de noviembre. Climatología 1991-2020.

Se analizaron los valores de precipitación máximos registrados en un día pluviométrico²⁸, de acuerdo con la serie histórica del mes de noviembre (Tabla 3).

²⁶ Lluvias registrables: precipitaciones con valores mayores a 0,0mm, medida mediante probeta oficial de 50mm. Puede ocurrir precipitación, pero no con la cuantía suficiente para producir un registro.

²⁷ Serie histórica considerada para el análisis del número de días con precipitaciones: 1989-2020.

²⁸ Día pluviométrico: entiéndase como tal al valor de precipitación acumulado desde las 09:01 horas de un día, hasta las 09:00 horas del día siguiente, adjudicando dicho valor al primer día.

Tabla 3. Valores máximos históricos de precipitación diaria²⁹ para el mes de noviembre.

	Año	mm
1°	1997	61,0
2°	2019	59,5
3°	1993	55,5
4°	2005,2009	48,0
5°	2016, 2021	45,0

Cómo se aprecia de la tabla, se ha registrado una cantidad que ahora es el nuevo valor más para este mes.

El valor máximo registrado en un periodo de 15 minutos por nuestra estación automática fue de 29,6mm en la madrugada del día civil 28.

Como valor acumulado de precipitación, con el registro del actual mes, el valor acumulado del presente ciclo versus el acumulado histórico presenta un superávit de aproximadamente un 214% (Figura 8).

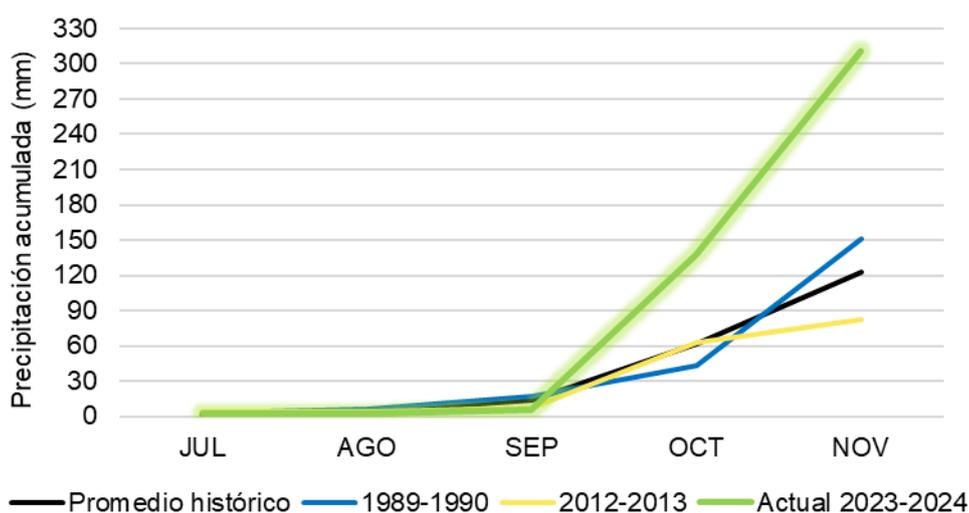


Figura 8. Valores de precipitación acumulada en año agrícola. Se presenta el promedio (línea negra) de la serie “La María” (1981-2020), además, aquellas campañas en las cuales se observaron los máximos (línea azul) y mínimos (línea amarilla) de precipitación acumulada total y, valor acumulado actual (línea verde), desde julio a noviembre del 2024.

El valor acumulado promedio hasta el mes de noviembre es de 122mm con un valor de mediana de 116mm, siendo el acumulado actual, desde julio a noviembre del 2024 de 311,3mm representando un 154% por encima del valor promedio.

En la Figura 7 se ejemplifica cómo fue la anomalía en milímetros de la precipitación acumulada en cada campaña desde julio a noviembre, respecto al promedio de la serie de datos histórica (1981-2020).

²⁹ Serie histórica considerada para el análisis del valor máximo de precipitación acumulada en un día pluviométrico: 1989-2023.

Ordenando de menor a mayor las campañas agrícolas por sus valores de precipitación acumulada, desde el mes de julio hasta el mes de noviembre, dejan a la actual campaña en la segunda posición (de 42 años), ordenados los acumulados de manera descendente.

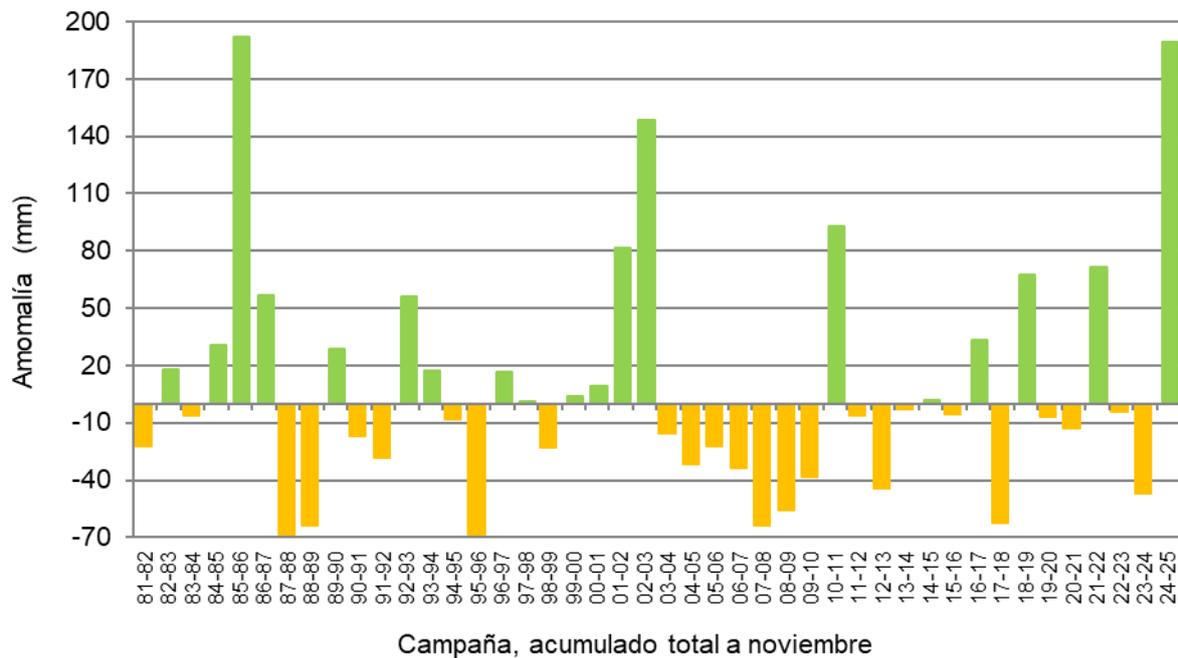


Figura 9. Anomalia de precipitación acumulada (mm) desde julio a noviembre de cada campaña agrícola. Climatología 1991-2020.

INSOLACIÓN

Durante el mes se han acumulado 188,5³⁰ horas de heliofanía efectiva³¹, el valor promedio de la serie³² para el presente mes es de 257 horas. Expresado como heliofanía relativa³³, el presente mes presentó un valor promedio del 48%³⁴.

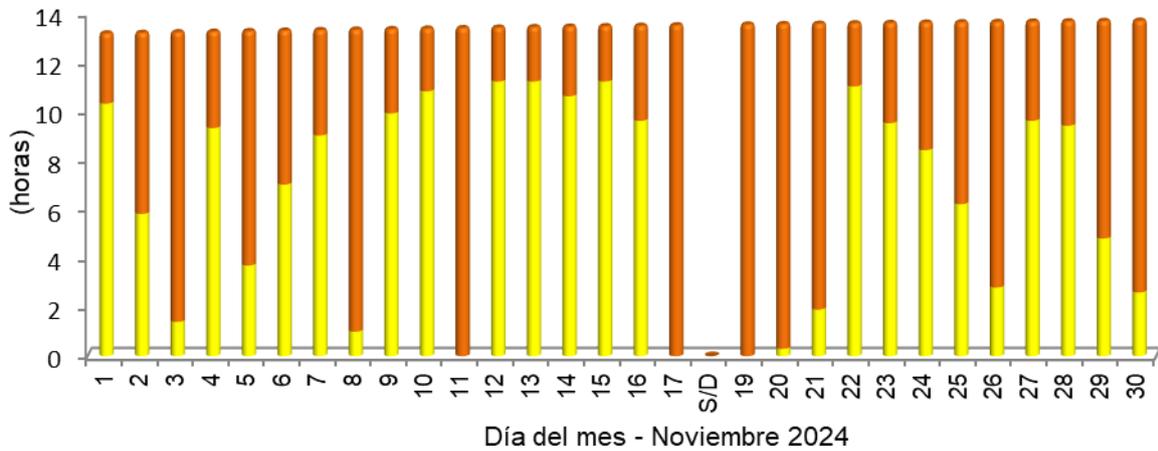


Figura 10. Valores de heliofanía efectiva con relación a la heliofanía teórica astronómica para cada día, expresados en horas y décimos de hora, registrados mediante un heliofanógrafo tipo Campbell-Stokes.

La heliofanía efectiva promedio fue inferior al valor esperado a lo largo de las tres décadas (Figura 11).

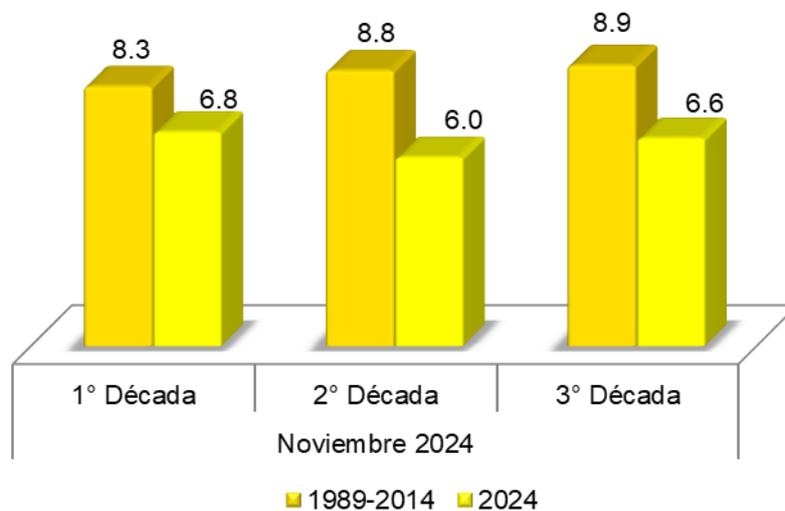


Figura 11. Valores medios de heliofanía efectiva (horas) agrupados por décadas para el mes de noviembre de 2024.

³⁰ Nótese que faltan registros de un día.

³¹ Heliofanía efectiva: período de tiempo (expresado en horas y décimos de hora) durante el cual el lugar de observación ha recibido radiación solar directa (es decir, que no ha sido interceptada por obstáculos) y que ha sido, además, registrada por el instrumental de medición.

³² Serie de referencia para horas promedio mensual de insolación: 1989-2014.

³³ Heliofanía relativa: relación entre la heliofanía efectiva con respecto a la heliofanía teórica astronómica.

³⁴ Valor calculado en relación con días con datos de heliofanía.

Viento

Los valores de viento medio diario³⁵ se tomaron a partir de un anemómetro cuentavuelantas totalizador, mientras que el valor de viento máximo³⁶ se obtuvo a partir de los datos generados por la estación automática (Figura 12), ambos tomados a una altura de dos metros sobre el nivel del suelo.

El valor mensual medio fue de 3,0km/h³⁷, siendo el valor medio de la serie de noviembre de 6,5km/h. El valor de viento máximo más alto del mes fue de 35,4km/h, registrado en la tarde del día 24, proviniendo desde la dirección Norte y en la noche del día 27 con dirección Sur.

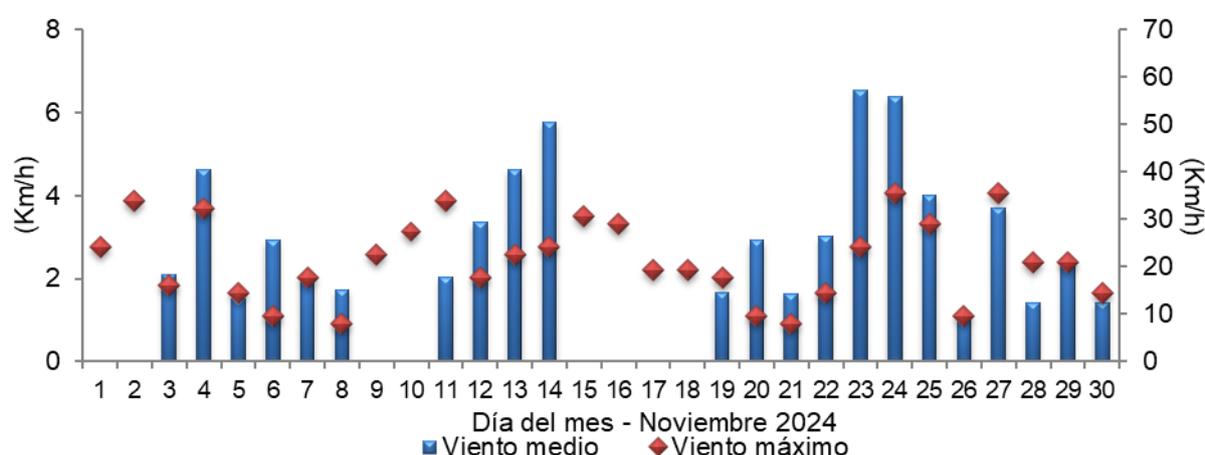


Figura 12. Valores de viento promedio diario a partir de anemómetro y, valor del viento máximo diario registrado por estación meteorológica automática.

En relación con la dirección del viento, se analizaron los datos a partir de la información generada por la estación automática. Se tomó en cuenta la velocidad media (km/h) en períodos de 15 minutos, con su correspondiente dirección prevalente para cada periodo. Se agruparon las direcciones prevalentes provenientes de los 2.880 períodos que componen al mes, como porcentaje del total y, a su vez la proporción de cada intervalo de velocidad en cada uno de los 16 rumbos³⁸ posibles de orientación de la dirección del viento. Se registró un 45% de períodos con viento en calma, es decir, velocidades medias iguales a 0,0km/h. La figura fue confeccionada mediante el lenguaje R³⁹, con el empleo del paquete “Open Air”⁴⁰ (Figura 13).

³⁵ Viento medio diario: cifra correspondiente al valor de viento promedio producto de la diferencia entre los valores observados en el visor del anemómetro cuentavuelantas totalizador entre dos observaciones de días consecutivos, efectuadas a las 09:00h.

³⁶ Viento máximo: valor de velocidad máxima monitorizado por un elemento registrador, expresado en este caso en función del día civil.

³⁷ Con la faltante de datos de ocho días.

³⁸ Direcciones posibles desde donde provienen los vientos: Norte (N), Noreste (NE), Nordeste (NE), Este (E), Sudeste (SE), Suroeste (SW), Oeste (W), Noroeste (NW), etc.

³⁹ R Core Team (2023). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

⁴⁰ Carslaw, D. C. & K. Ropkins. (2012). Openair - an R package for air quality data analysis. *Environmental Modelling & Software*. Volume 27-28, 52-61.

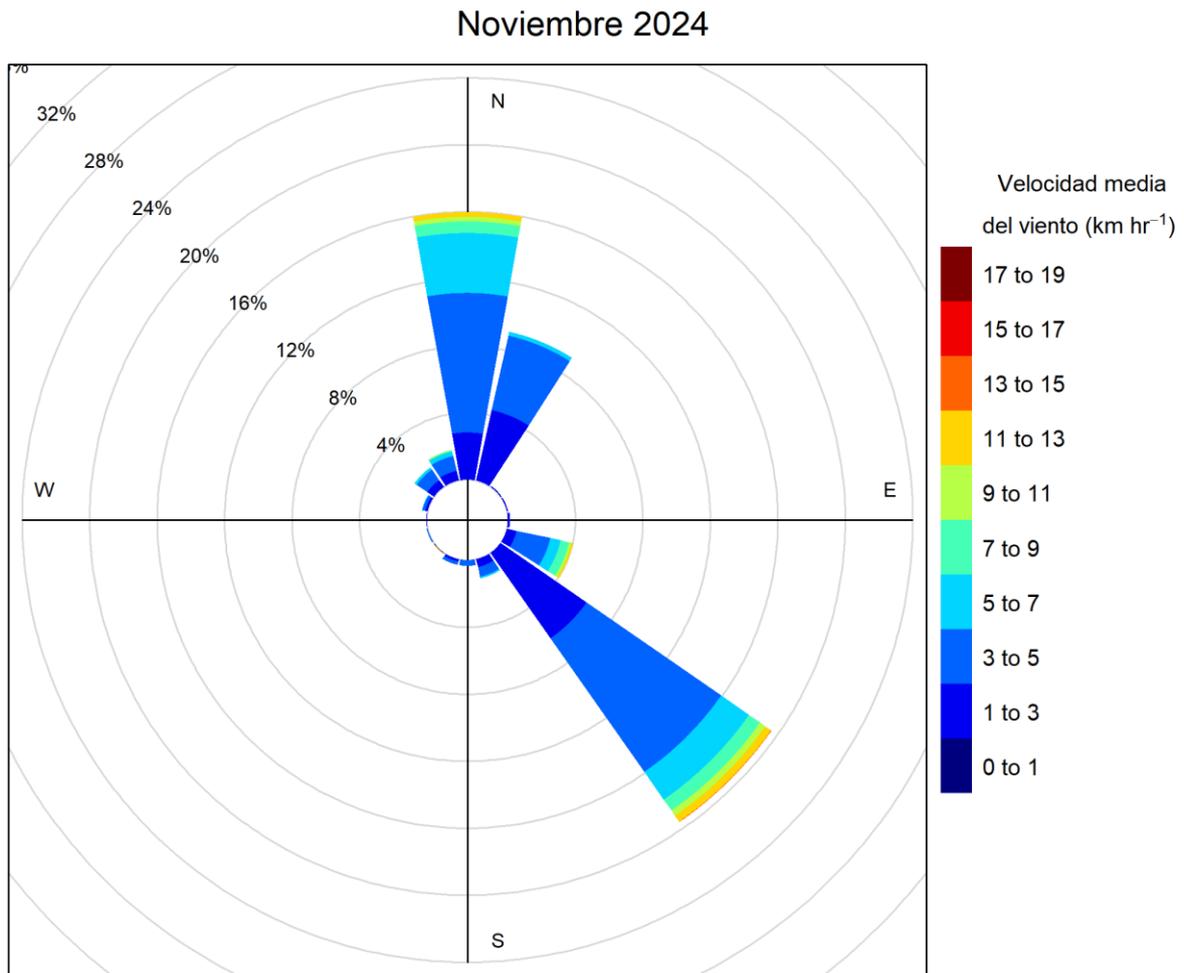


Figura 13. Porcentaje de la dirección del viento prevalente y porcentaje de cada intervalo de velocidad en cada una de las direcciones del viento para el mes de noviembre de 2024.

La dirección prevalente del viento fue desde el sector Sudeste en 564 períodos, seguido por el sector Norte con 460 períodos y el Nornoreste con 262. La mayor proporción de velocidades se encontraron en el rango de 3 a 5km/h. El periodo con vientos medios más fuertes fue de 14,5km/h, desde la dirección Sudeste en la siesta del día 25.

Humedad

La humedad relativa ambiente media del mes fue de 71%⁴¹, algo mayor al valor medio del presente mes. En la Figura 14 se muestran los valores de humedad relativa (HR) expresados como porcentaje. La HR media se tomó como el promedio trihorario de las observaciones diarias⁴². Los valores extremos diarios fueron tomados del registro de datos de la estación automática.

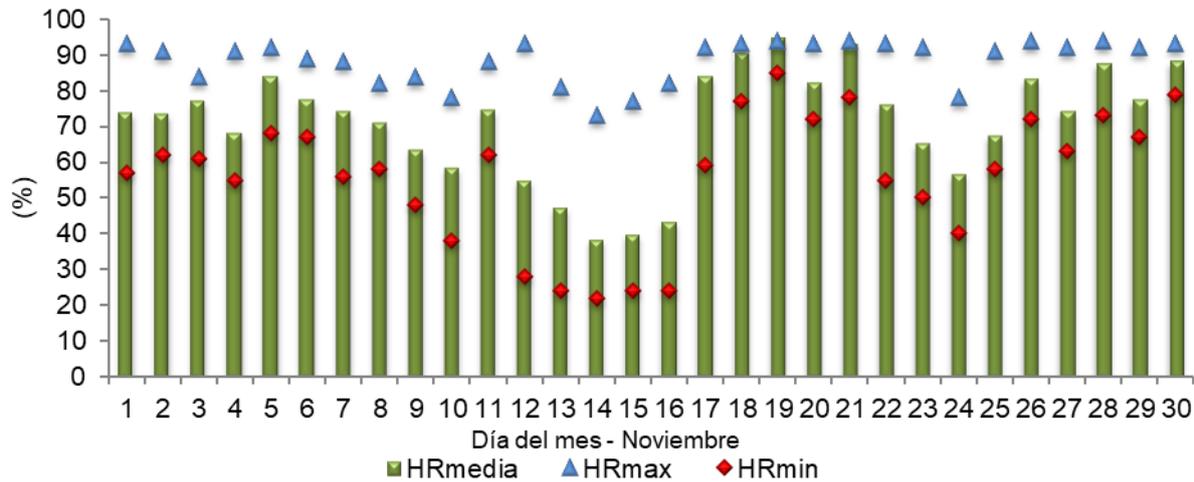


Figura 14. Valores diarios de humedad relativa (%).

El promedio de humedad relativa ambiente máxima diaria es del 88%, mientras que el promedio de valores mínimos diarios es del 56%. El valor medio de humedad relativa fue superior al valor medio, particularmente en la tercera década (Figura 15).

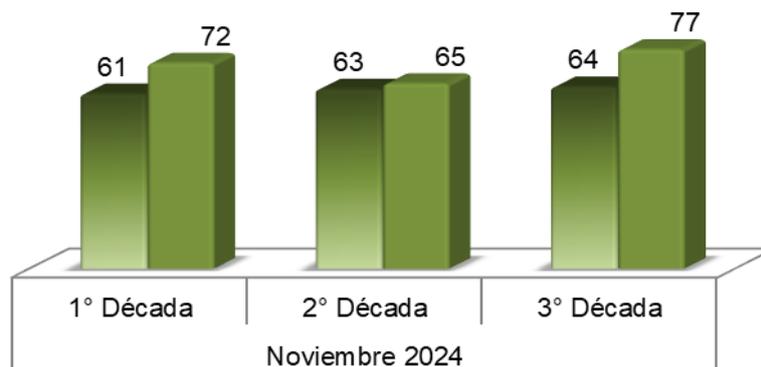


Figura 15. Valores medios de humedad relativa (%) agrupados por décadas para el mes de noviembre. Referencias: colores: degradados (noviembre serie 1989-2014), colores uniformes (noviembre 2024).

⁴¹ Con datos combinados con la estación automática para las horas y días en que estos faltan de la estación convencional (con excepción de los días 03, 09, 15, 19, 20, 21, 22, 25 y 28).

⁴² Promedio trihorario: para estaciones del tipo climáticas se tiene en cuenta los valores de los parámetros registrados a las 09:00, 15:00 y 21:00 horas, de acuerdo con la Hora Oficial Argentina (UTC/GMT -03:00).

En la Figura 16 se muestra la duración en horas expresadas como porcentaje del tiempo diario en que se registraron valores de humedad relativa ambiente dentro de cada clase de clasificación.

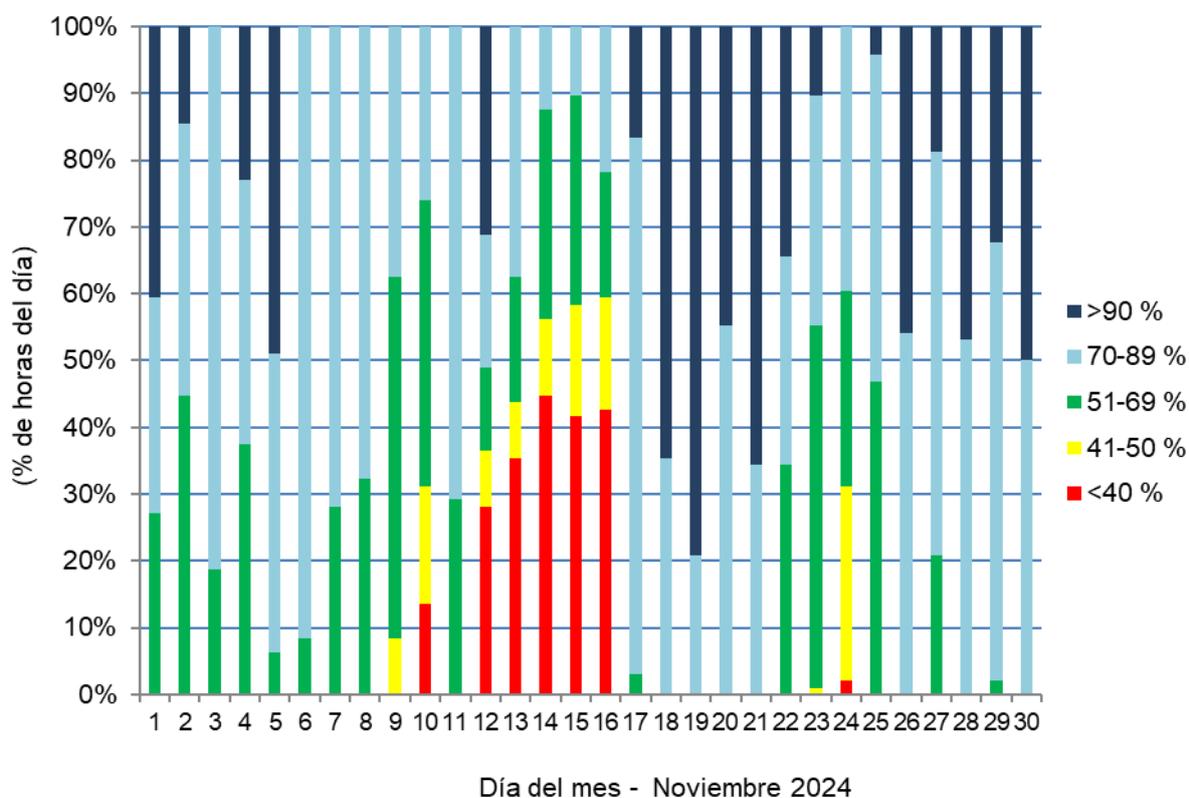


Figura 16. Duración horaria expresada como porcentaje del día para cada intervalo de humedad observado, en base al registro de la estación automática.

Se analizó el porcentaje de horas totales del actual mes que estuvieron dentro de cada intervalo en las que se dividió el registro de humedad (Figura 17).

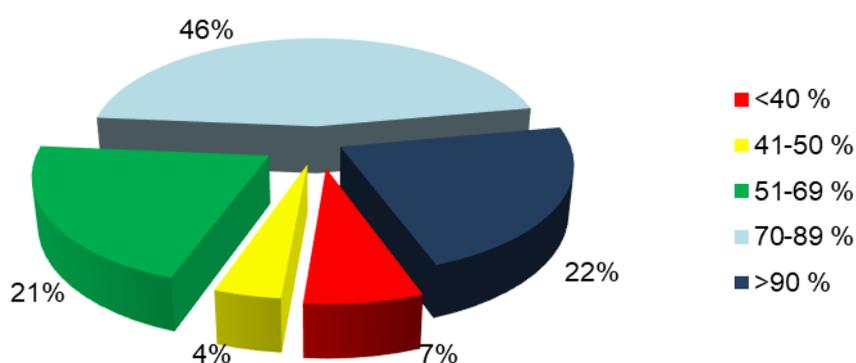


Figura 17. Horas totales mensuales expresadas como porcentaje de los diferentes rangos de humedad.

En el transcurso del mes, se han contabilizado 161 horas con humedad relativa ambiente por encima del 90% (96 horas le correspondían a esta categoría el mes pasado), mientras que fueron 52 horas con humedad relativa por debajo del 40% (133 horas fue el registro del pasado mes de octubre).

Las condiciones del ambiente influyen sobre el confort térmico de los animales en producción. Son varios los índices que se han desarrollado, combinando diferentes variables meteorológicas, siendo el comúnmente usado el índice ITH o Índice de Temperatura Humedad, una adaptación del índice de “falta de bienestar” desarrollado por Thom en 1959 para humanos, existiendo diversa bibliografía que propone variaciones en los parámetros de la fórmula empleada^{43 44 45 46}. Un valor del índice representa el efecto producido por el proceso de intercambio de calor, que puede alterar la respuesta biológica del animal asociada con los cambios en su temperatura corporal⁴⁷. La combinación de elevadas temperaturas con altos porcentajes de humedad relativa del ambiente genera estrés por calor produciendo cambios fisiológicos en los animales disminuyendo así su eficiencia productiva y reproductiva^{48 49 50}.

El valor de ITH obtenido en la fórmula se considera como la intensidad de las condiciones de estrés por calor a la que se encuentra expuesto el animal. Esta intensidad se categoriza en bovinos para carne como normal cuando los valores son menores a 75, alerta (leve) para valores de ITH mayores o iguales a 75, peligro (moderado) para valores de ITH mayores o iguales a 79 y emergencia (severo) cuando se alcanzan valores de ITH iguales o superiores a 84⁵¹. Los valores del índice mencionados anteriormente se obtienen mediante la fórmula⁵²:

$$ITH = (1,8 * T(^{\circ}C) + 32) - \left(0,55 - \left(0,55 * \left(\frac{HR}{100} \right) \right) \right) * (1,8 * (T(^{\circ}C) - 26))$$

Aunque el conocimiento del índice por sí solo es beneficioso por permitir determinar el estrés por calor, ajustar este índice por el efecto de la velocidad del viento y la radiación solar incidente resultaría más preciso para evaluar cómo se ve afectado el bienestar animal⁵³. Es así,

⁴³ Moran, J. (2005). *Tropical dairy farming: feeding management for small holder dairy farmers in the humid tropics*. Landlinks Press.

⁴⁴ Herbut P., Angrecka S. & Walczak J. (2018). Environmental parameters to assessing of heat stress in dairy cattle—a review. *Int J Biometeorol*, 62(12):2089-2097. doi: 10.1007/s00484-018-1629-9.

⁴⁵ Rokade S. U., Deokar D. K., Sonawane H. S. & Hingonekar G. S. (2021). Studies on Different Temperature Humidity Index Models in Relation with Monthly Milk Yield for Phule Triveni Cattle. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 10(01): 134-140.

⁴⁶ Niyonzima, Y. B., Strandberg, E., Hirwa, C. D. A., Manzi, M., Ntawubizi, M., & Rydhmer, L. (2022). The effect of high temperature and humidity on milk yield in Ankole and crossbred cows. *Tropical Animal Health and Production*, 54(2), 1-11.

⁴⁷ Hahn, G. L., Gaughan, J. B., Mader, T. L., & Eigenberg, R. A. (2009). Chapter 5: Thermal indices and their applications for livestock environments. In J. A. DeShazer (ed.), *Livestock Energetics and Thermal Environment Management*, 113-130. American Society of Agricultural and Biological Engineers.

⁴⁸ Johnson, J. S. (2018). Heat stress: impact on livestock well-being and productivity and mitigation strategies to alleviate the negative effects. *Animal Production Science*, 58(8), 1404-1413.

⁴⁹ Habeeb, A. A., Gad, A. E., & Atta, M. A. (2018). Temperature-humidity indices as indicators to heat stress of climatic conditions with relation to production and reproduction of farm animals. *Int. J. Biotechnol. Recent Adv*, 1(1), 35-50.

⁵⁰ Dos Santos, M. M., Souza-Junior, J. B. F., Dantas, M. R. T., & de Macedo Costa, L. L. (2021). An updated review on cattle thermoregulation: physiological responses, biophysical mechanisms, and heat stress alleviation pathways. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(24), 30471-30485.

⁵¹ Armendano J.I., Odeón A.C., Callejas S.S., Echarte L. y Odriozola E.R. 2015. Estrés térmico y síndrome distérmico en bovinos para carne de la provincia de Buenos Aires. 9nas Jornadas Internacionales de Veterinaria Práctica. Mar del Plata.

⁵² Referencias: “T” (temperatura en grados centígrados), “HR” (humedad relativa en porcentaje).

⁵³ Mader, T. L., Davis, M. S., & Brown-Brandl, T. (2006). Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 84(3), 712-719.

que se emplean estos parámetros en la fórmula a continuación, empleando el valor de ITH calculado con la fórmula presentada previamente, ajustando de esta manera el valor del índice:

$$ITH_{hr} = 4,51 + ITH - \left(1,992 * \text{Viento} \left(\frac{m}{s}\right)\right) + \left(0,0068 * \text{Radiación} \left(\frac{W}{m^2}\right)\right)$$

En la Figura 18 se muestra a modo general la duración en horas para cada día en que se registraron valores del índice en alguna de las categorías detalladas anteriormente (cada área sombreada representa de manera individual a su categoría sobre la línea central de cada día, a partir de la finalización del límite de la categoría anterior).

Los días 01, 02, 04, 07, 08, 09, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 y 30 presentaron valores por encima del umbral de estrés por calor severo, afectando así el confort del animal. Incluso los días 04, 10, 16, 23 y 27, durante 10:25h, 11:45h, 12:00, 11:45 y 12:45h respectivamente, los valores del índice se encuadraron en la categoría de “severo”. Un 63% del tiempo se encontraron los valores del índice en la categoría de estrés moderado a severo, durante tercera década del mes. Solamente los días 18 y 19 no presentaron valores del índice por encima del umbral de 75.

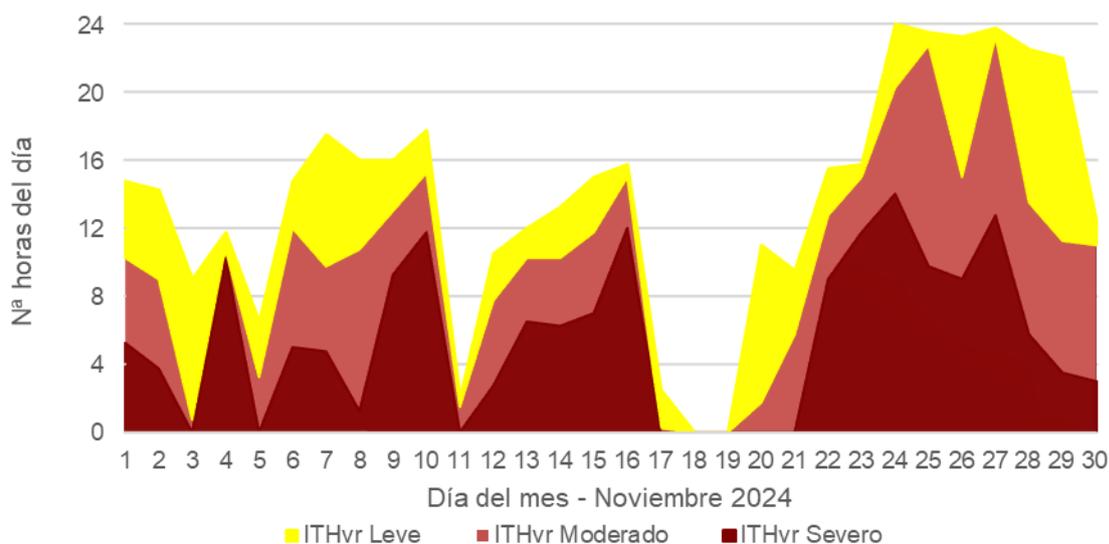


Figura 18. Duración horaria diaria para cada categoría del ITHvr calculado en base al registro de la estación automática para el mes de noviembre de 2024.

La asignación de las categorías clasificatorias es relativamente arbitraria ya que el estrés por calor va a depender no solamente de la combinación de los parámetros meteorológicos, sino también de las prácticas empleadas para manejar el estrés en los animales, las que establecen microclimas puntuales, así como también de la raza del animal (que

determina cuán adaptado esté al clima de una región) y de su estado fisiológico⁵⁴, que hace a la susceptibilidad individual del animal⁵⁵.

En la Figura 19⁵⁶ podemos apreciar los valores que se calcularon para el índice (primero para cada período de 15 minutos registrados por la estación automática y luego promediados de manera horaria) para cada hora, a largo de cada uno de los días del mes de noviembre.

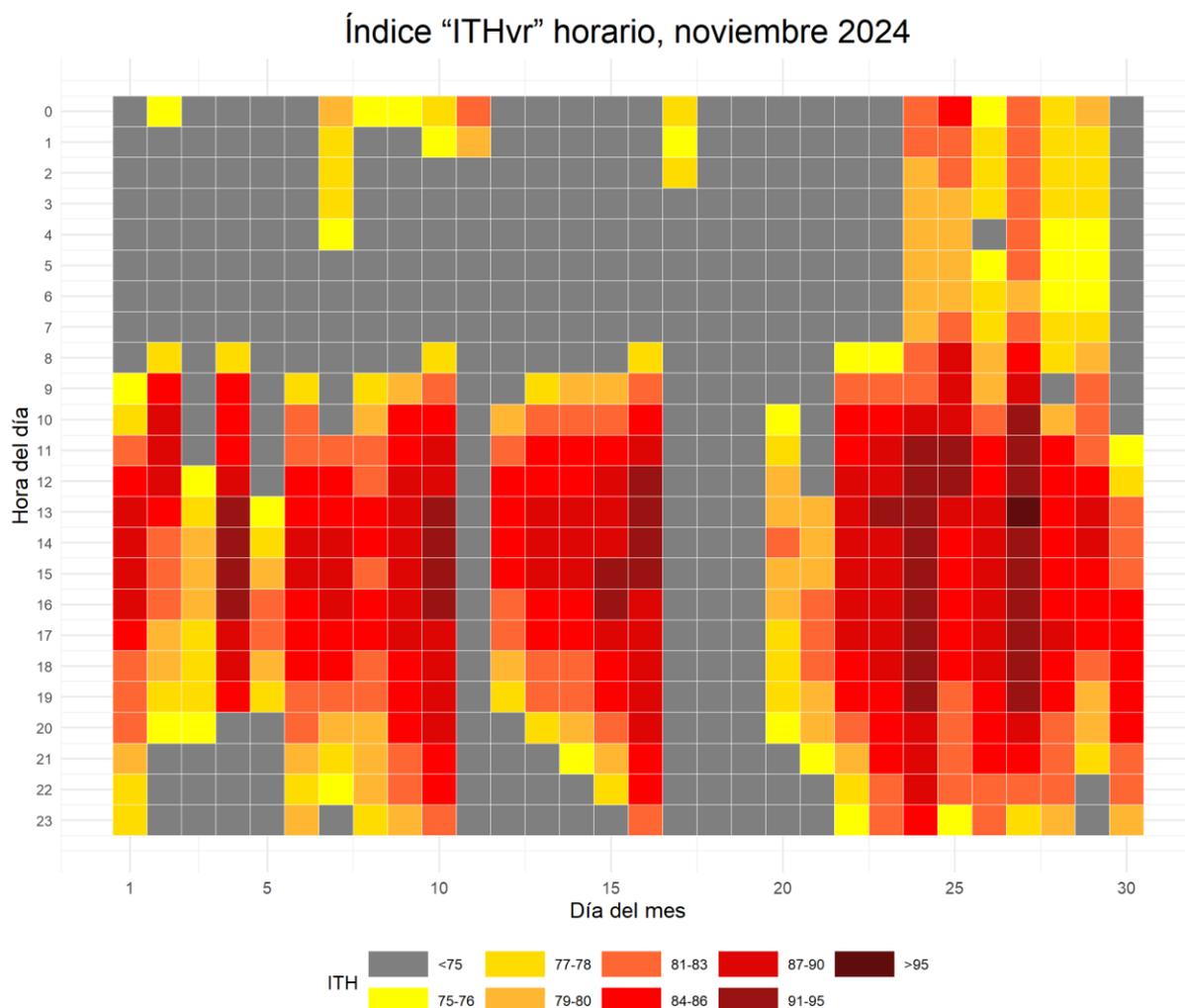


Figura 19. Distribución horaria diaria para cada valor del ITHvr calculado en base al registro de la estación automática para el mes de noviembre de 2024.

Todos los recuadros grises de la Figura 19 indican valores del índice menores a 75, definido con un color totalmente diferente para facilitar la visualización de aquellas horas en el que el índice tomó valores iguales o superiores a 75, siendo el color naranja el valor de 79 a

⁵⁴ Tao & Xin, 2003, Dikmen & Hansen, 2009 y Ajakaiye *et al.* 2011 citados en Lallo, C.H., Cohen, J., Rankine, D., Taylor, M., Cambell, J., & Stephenson, T. 2018. Characterizing heat stress on livestock using the temperature humidity index (THI)—prospects for a warmer Caribbean. *Regional environmental change*, 18(8), 2329-2340.

⁵⁵ Sejian, V., Bhatta, R., Gaughan, J. B., Dunshea, F. R., & Lacetera, N. (2018). Adaptation of animals to heat stress. *Animal*, 12(s2), s431-s444.

⁵⁶ Adaptado de: MacKintosh J. 2020. The hourly heatmap with ggplot2. <https://gist.github.com/johnmackintosh/520643a1f82a0c7df00cf949ba98a4e9>

partir del cual se considera estrés moderado. Se calculó un valor máximo de 96 el 24 entre las 14:15 y 14:45 y el 27 entre las 12:45 y las 13:15.

La observación de las condiciones microclimáticas locales junto a la capacidad de predecir un evento de estrés por calor permite preparar e implementar soluciones que ayuden a la mitigación de los efectos sobre el bienestar y el rendimiento animal⁴³. Acciones tácticas son requeridas ante los primeros signos del estrés por calor para prevenir o minimizar las pérdidas del rendimiento⁴⁷. Las estrategias de manejo que se pueden emplear en el momento adecuado y para los grupos correctos de animales aumentarán los beneficios para los animales y limitarán los costos para los productores⁵⁵. Revise el pronóstico a corto plazo del índice “ITH”, sin ajustar, en: <https://siga.inta.gob.ar/#/ith>.

Temperatura media del suelo

La temperatura del suelo influye fuertemente los procesos biológicos que ocurren dentro de este, como la germinación de la semilla, la emergencia y crecimiento de las plántulas y el desarrollo de las raíces⁵⁷. Suelos cálidos promueven una emergencia uniforme y un rápido desarrollo de los cultivos en los estados iniciales.

Se muestra a continuación el valor medio de temperatura de suelo a 10cm de profundidad tanto como valor anotado en la observación de las 09:00 horas, así como también el promedio trihorario⁵⁸ calculado de las observaciones diarias. Además, se agrega la evolución del valor de la temperatura del suelo a 10cm de profundidad promedio de los registros a las 09:00h para cada día del mes a partir del conjunto de datos de la serie 2010-2021 (Figura 20).

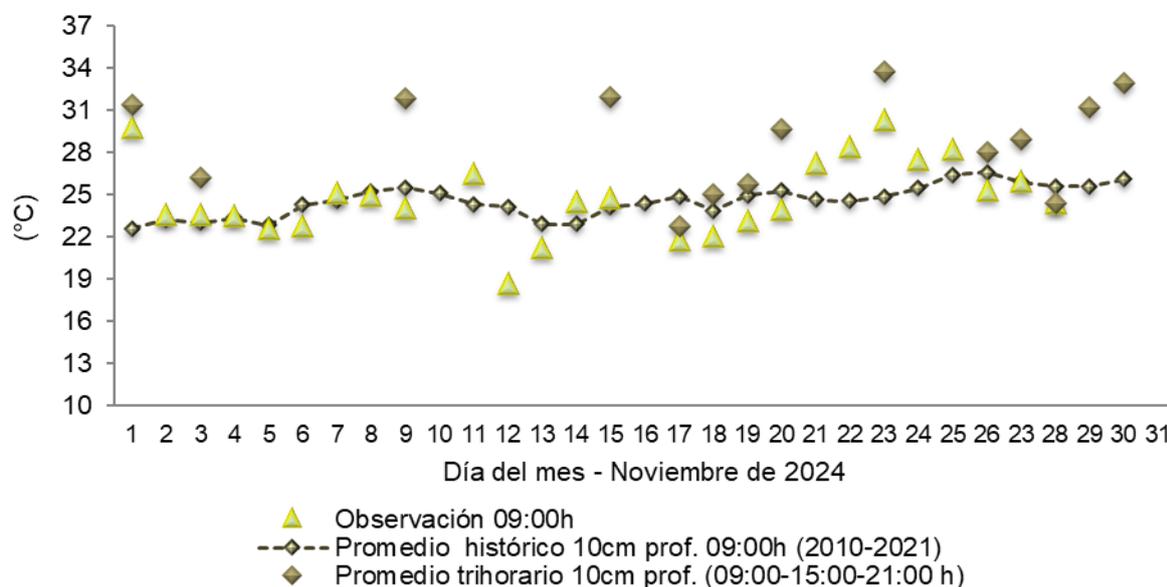


Figura 20. Valor de temperatura de suelo a las 09:00h suelo a 10cm bajo la superficie, valores medios trihorarios de temperatura de suelo a 10cm bajo la superficie. S/D: sin dato.

⁵⁷ Hillel, D. (2005): Thermal properties and processes. In: D. Hillel, J. H. Hatfield, D. S. Powlson, C. Rosenzweig, K. M. Scow, M. J. Singer, & D. L. Sparks (Eds.), *Encyclopedia of Soils in the Environment* (vol. 4, pp 156-163) Elsevier/Academic Press.

⁵⁸ Promedio trihorario: para estaciones del tipo climáticas se tiene en cuenta los valores de los parámetros registrados a las 09:00, 15:00 y 21:00 horas, de acuerdo con la Hora Oficial Argentina (UTC/GMT -03:00).

Evapotranspiración

Evapotranspiración potencial es un parámetro climático que expresa el poder de evaporación de la atmósfera. Los principales parámetros meteorológicos que afectan a la evapotranspiración son la radiación, la temperatura del aire, la humedad y la velocidad del viento. Se han desarrollado varios procedimientos para evaluar la tasa de evaporación a partir de estos parámetros, expresándose mediante la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET₀)⁵⁹.

Si se emplean los datos de la estación automática de temperatura, humedad y radiación para los días faltantes (no los valores medio de viento), aplicando la ecuación de Fao-Penman Monteith, se acumula una evapotranspiración potencial de 126,2mm en este mes (Figura 21).

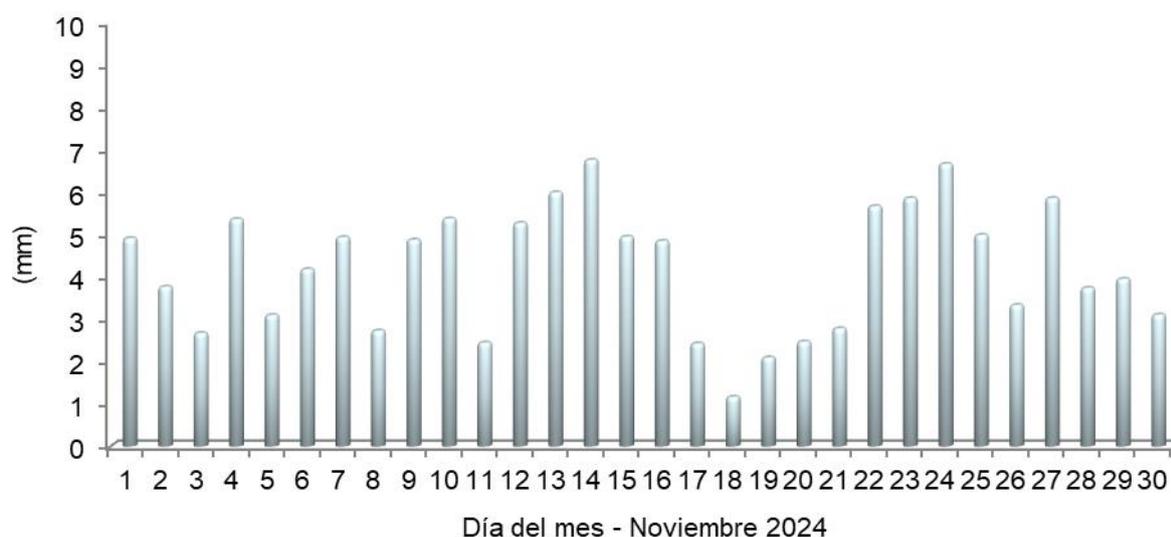


Figura 21. Valores diarios de evapotranspiración. Método Fao-Penman Monteith

Agradecemos la colaboración de los Srs. Herrera O. W., Oliva J. N., Roldán H. M. y Andrada R. A. quienes permiten dar continuidad en la toma de los datos de la estación convencional;

a los Srs. Rufail J.E. y Salinas G. del área de informática por dar soporte a los sitios web

y, a Gomez C. E. A. del área de comunicación.

⁵⁹ Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). *Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56*. Fao, Rome, 300(9), D05109.

Mapas provinciales

En primera instancia se muestran los mapas provinciales en los que se reflejan el comportamiento de la distribución de la precipitación acumulada mensual (Figura 22), así como también un mapa mostrando la anomalía porcentual de la precipitación (Figura 23). El mismo análisis se realizó para el período correspondiente a los tres últimos meses en conjunto (Figura 24 y Figura 25).

Todos fueron generados mediante software QGIS®⁶⁰ de código abierto y gratuito, empleando el método de interpolación Distancia Inversa Ponderada (IDW por sus siglas en inglés).

La información corresponde a la combinación de datos obtenidos de estaciones meteorológicas convencionales pertenecientes a:

- ❖ I.N.T.A.: Campo Anexo Ing. Agr. Francisco. Cantos (ex La María).
- ❖ Servicio Meteorológico Nacional (S.M.N.): Aeródromos de Santiago del Estero, Termas de Río Hondo, Ceres y estación de Villa de María del Río Seco.

Se agregan además puntos pluviométricos convencionales pertenecientes a productores colaboradores (Reineri: Vta. de la Barranca, Udema: Bandera y Bandera RP42).

Se emplean también estaciones automáticas Davis® y Nimbus THP pertenecientes a la red I.N.T.A. de las Estaciones Experimentales Agropecuarias de Santiago del Estero, Quimilí, Las Breñas y Sáenz Peña. Además de puntos pluviométricos (Tomas Young y RN98 Puente, Puig M.; Tomas Young RP13, Puig V.; Averías RP21, Guzmán H.; Bandera RP13, Ledesma L.; Gdía. Escolta, Pistarelli J. P.; Añatuya, Salas D.) cuyos datos son recolectados por el Ing. Puig⁶¹ de la A.E.R. Bandera (E.E.A. Quimilí). Además, se suman los datos obtenidos por la sección de Agrometeorología perteneciente a la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (E.E.A.O.C.) de la provincia de Tucumán (El Charco, Monte Redondo, Rapelli, Javicho, Viclos, Taco Ralo, Isca Yacu, Pozo Hondo, El Bobadal, Los Pereyra y Nueva Esperanza), los datos de la red meteorológica provincial del Ministerio de Producción de Chaco (General Pinedo, Taco Pozo, Gancedo, El Palmar y Est. El Chalet en Gral. Capdevilla) y los de la red de estaciones meteorológicas del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Córdoba (San Francisco del Chañar y La Rinconada), estas dos últimas a través de estaciones automáticas Omixom®. Se sumaron en el último tiempo estaciones Pegasus®, adquiridas mediante proyecto FONTAGRO, en los puntos de Nueva Francia y Colonia El Simbolar.

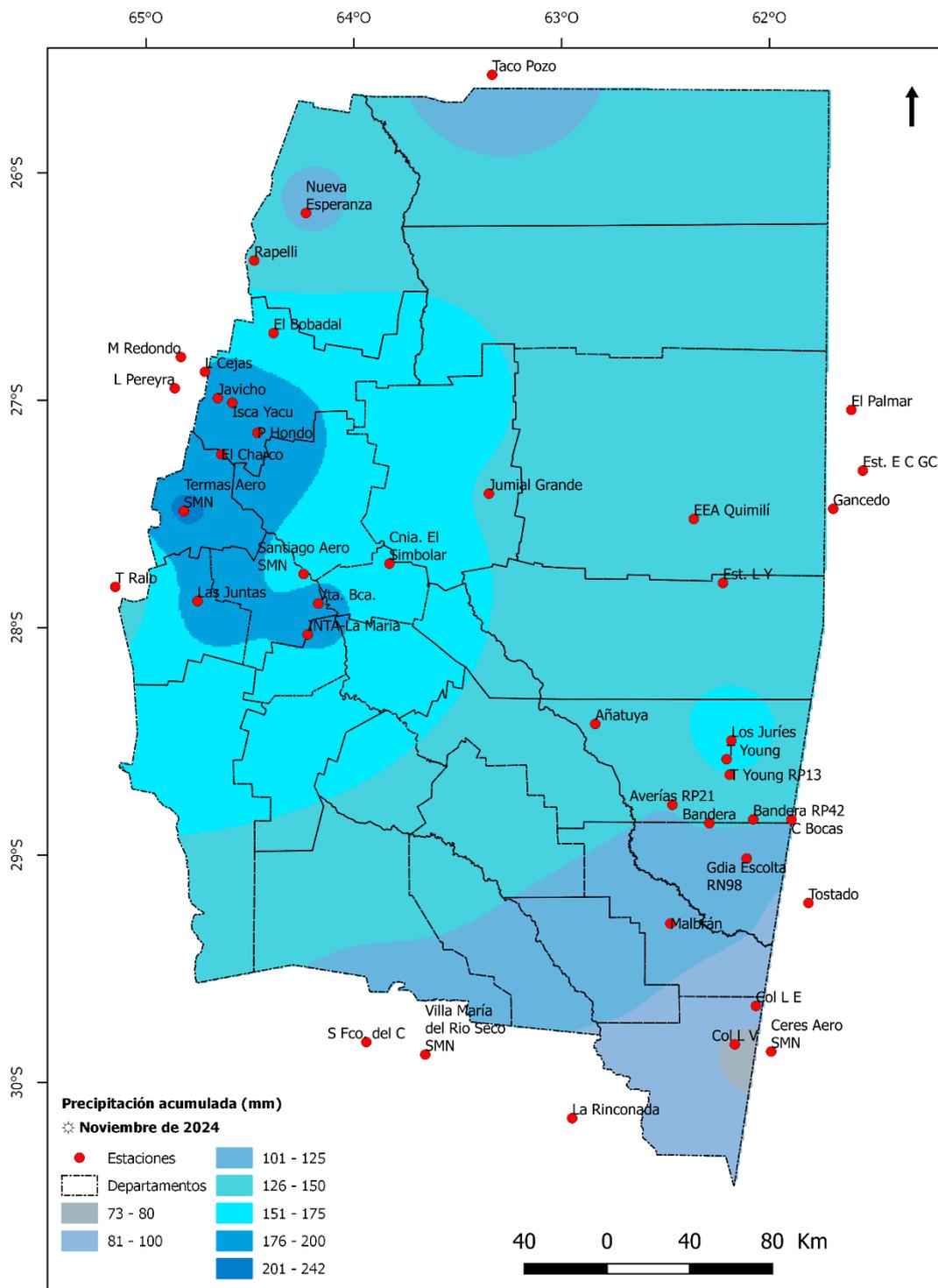
⁶⁰ QGIS Development Team (2014). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>

⁶¹ Conforman la red las seis agencias de extensión de la EEA Quimilí, productores, empresas, instituciones y organizaciones de las diferentes zonas, aportando en forma remota los registros de cada evento para la carga de una base datos para su posterior análisis, y construcción de mapas para la interpretación de distribución y de anomalías pluviométricas. Ver más en: <https://inta.gov.ar/noticias/inta-quimili-puso-a-funcionar-su-red-pluviometrica-del-este-santiagueno>

En base a los datos de las estaciones o puntos pluviométricos confiables a los que se accedió, las precipitaciones mostraron una gran variabilidad espacial. Los valores se encontraron entre 66mm en Est. La Victoria hasta superar los 225mm en Termas Aero. En la EMA de Las Juntas (dpto. Guasayán) se contabilizaron 206,4mm. Entre lo Indicado para Termas y los 103mm en Nueva Esperanza variaron los acumulados en el noroeste. En Capital fue menor a 175mm mientras que 173,3mm se registraron en La Abrita y 224mm en Vuelta de la Barranca (Figura 22). En Colonia El Simbolar la estación sumó 103mm. En Jumial Grande se sumaron 147mm. Hacia el Sudeste Malbrán sumó 100.6mm, Bandera 128,5 y en cercanías de Guardia Escolta, 73mm. Entre los puntos empleado, el de menor valor correspondió a La Rinconada con tan solo 50,2mm.

Si lo analizamos como anomalía porcentual (Figura 23), solo el extremo sudeste presentó valores por debajo de lo esperado en alrededor del 15%. El resto de la provincia presentó anomalías positivas siendo del 15%-70% en el resto del sudeste, del 60% en la EEA Quimilí y en Nueva Esperanza en el noreste. Un 115% en Jumial Grande y hacia Capital superó el 250%. Finalmente, los mayores porcentajes se calcularon para parte del Noroeste superando el 220% en Termas Aero SMN.

Visualmente pueden no apreciarse los valores puntuales de las estaciones en el mapa debido a la forma en la que trabaja el algoritmo de interpolación empleado para su confección, que tiende a suavizar los valores, especialmente los extremos. La reducción en el número de estaciones automáticas tenida en cuenta para la confección de los mapas se debe a inconvenientes técnicos con los sistemas de registro y la consecuente pérdida de datos o, a fallas en la transmisión de la información por parte de estas, no permitiendo el acceso al dato al momento de la confección del presente informe.



Fuente: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria; A.E.R. Bandera (E.E.A. Quimilí); Servicio Meteorológico Nacional; Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres, provincia de Tucumán; Ministerio de Producción, provincia de Chaco; Ministerio de Agricultura y Ganadería, provincia de Córdoba; productores colaboradores. Sistematización de datos y mapeo: Nelson J. Domínguez. Estación Experimental Agropecuaria Santiago del Estero - INTA. Método de interpolación: IDW. SRC:WGS84.

Sistema de Información Territorial de Santiago del Estero
 Estación Experimental Agropecuaria Santiago del Estero
 Centro Regional Tucumán-Santiago del Estero

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
 Argentina

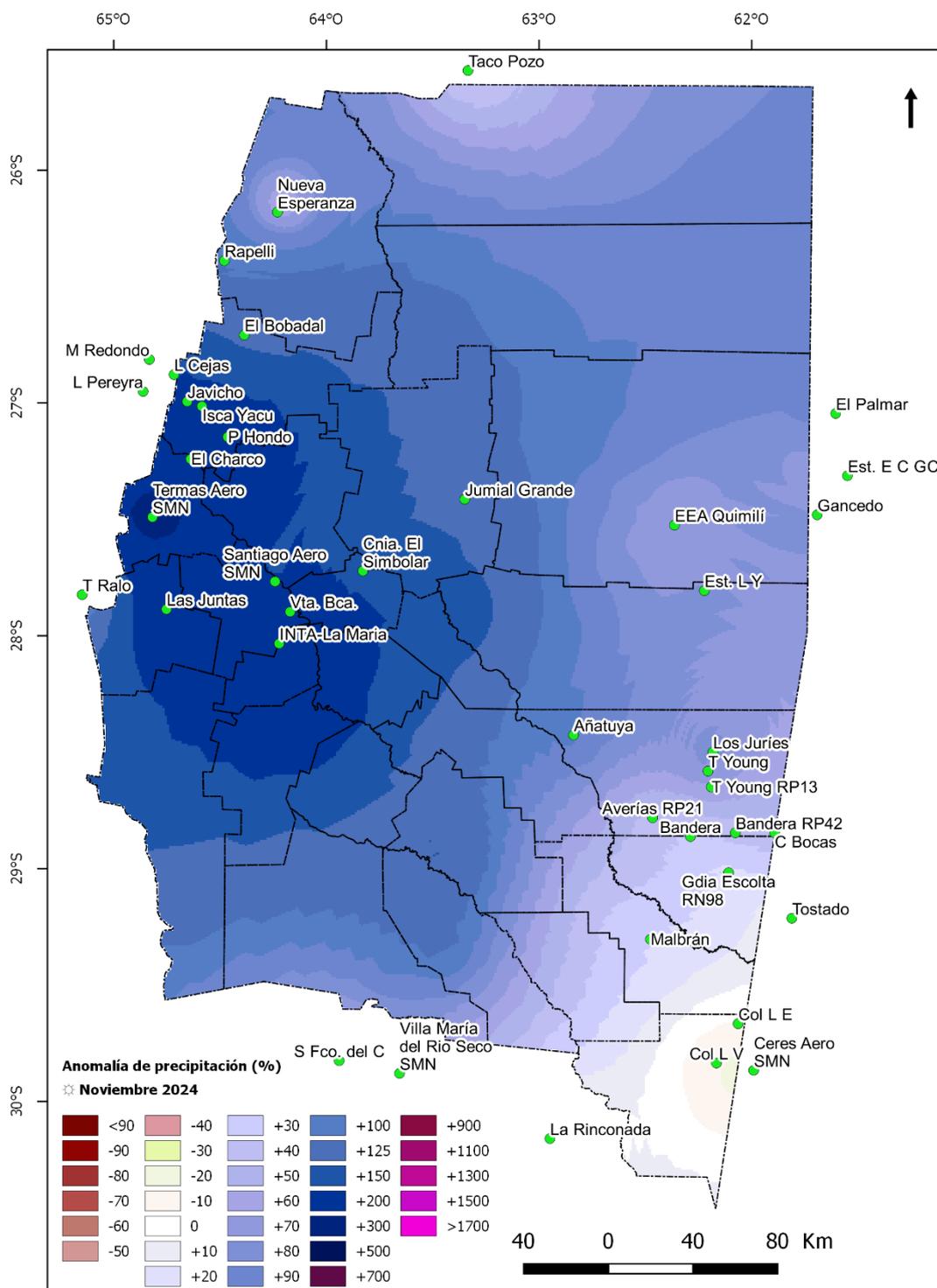


Ministerio de Economía
 República Argentina



Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca

Figura 22. Precipitación acumulada (mm) observada durante noviembre de 2024.



Fuente: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria; A.E.R. Bandera (E.E.A. Quimili); Servicio Meteorológico Nacional; Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes, provincia de Tucumán; Ministerio de Producción, provincia de Chaco; Ministerio de Agricultura y Ganadería, provincia de Córdoba; productores colaboradores. **Sistematización de datos y mapeo:** Nelson J. Dominguez. Estación Experimental Agropecuaria Santiago del Estero - INTA. **Método de interpolación:** IDW. **SRC:** WGS84

Sistema de Información Territorial de Santiago del Estero
Estación Experimental Agropecuaria Santiago del Estero
Centro Regional Tucumán-Santiago del Estero

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Argentina



Ministerio de Economía República Argentina



Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca

Figura 23. Anomalia de precipitación (%) registrada durante noviembre de 2024.

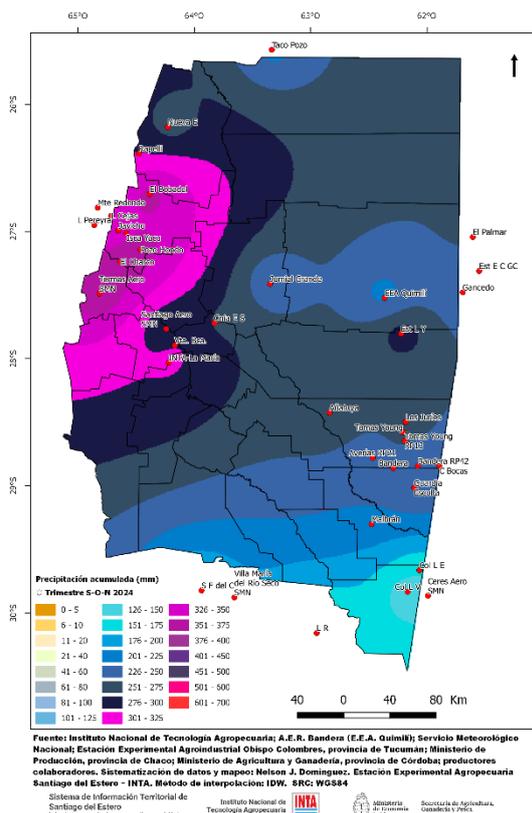


Figura 24. Precipitación acumulada (mm) entre septiembre y noviembre de 2024.

Las lluvias acumuladas durante el trimestre septiembre-octubre-noviembre de 2024 (Figura 24) variaron desde 108mm en Est. La Victoria hasta los 437 en las Cejas. En INTA-La María se acumularon 309,3mm (FE DE ERRATAS: en el informe anterior se indicaron 6mm acumulados cuando correspondía el valor de 136mm) y en Vta. de la Barranca, 335,0mm. En el Norte, Taco Pozo acumuló 205,4mm. Hacia el sudeste Bandera sumó 286mm y Guardia Escolta acumularon 242mm. En el oeste, Termas Aero SMN superó los 400mm. Mientras que EEA Quimilí registró 177,1mm, hacia el sur se superaron los 300mm en Est La Yaya. No obstante, esto solo tiene en cuenta la interpolación a partir pocos puntos, es necesario contar con una mejor densidad de registros confiables que presenten continuidad en el tiempo para lograr una mayor representatividad de lo acontecido.

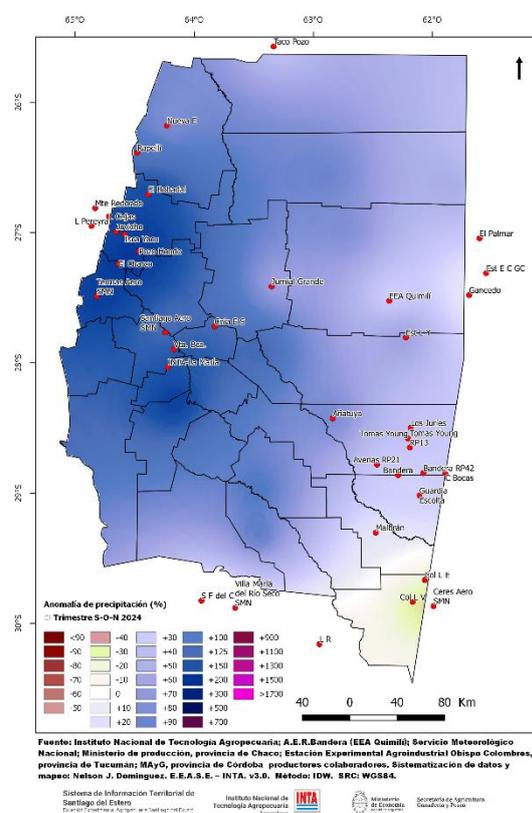


Figura 25. Anomalia de precipitación (%) entre septiembre y noviembre de 2024.

Si analizamos el valor acumulado trimestral con relación al valor promedio histórico para igual periodo de tiempo, podemos apreciar que se presentaron anomalías negativas con valores un 30% por debajo en el extremo sudeste y valores positivos en el resto del territorio. En alrededores de la EEA Quimilí fue positiva en un 30%. En Jumial Grande un 70%, y en termas Aero SMN un 180%. El acumulado de Taco Pozo determinó una anomalía positiva del 40% en el norte. En el sudeste en general la anomalía fue de entre un 15% y un 75% por la influencia del dato de Añatuya. Las restantes áreas en que no se cuentan con fuente de datos en esas franjas, la confiabilidad de la representación es baja (Figura 25).

En la Figura 26 se aprecia una reducción de las áreas con valores “por encima del promedio histórico” en el centro oeste y en el sur de la provincia. Continúan las áreas con valores por debajo del promedio mayormente en los departamentos Moreno y Alberdi y una intensificación en Rivadavia.

Si se toma en cuenta la totalidad de los píxeles con datos de la provincia, en este periodo el 58,3% corresponden a la categoría estilizada con amarillo (el 72,7 del área provincial era el ocupado por esta categoría en el período anterior), el 27,4% a la categoría de “por encima del promedio histórico” (verde claro) (14,4% en el período anterior) y el 6,6% (13,3% en el período anterior) a la categoría de “muy por encima del promedio histórico” (verde oscuro). La cantidad de píxeles que representan áreas con sus anomalías relativas del NDVI por debajo del promedio histórico, alcanzan el 7,7% (6,8% de los píxeles se encontraban en esta categoría en el periodo anterior) del territorio provincial (06,4% corresponden a la categoría “por debajo del promedio histórico” y un 0,9% a la categoría “muy por debajo del promedio histórico”).

En la Figura 27 se aprecia que continúan en incremento las áreas con valores “por encima del promedio histórico” en el oeste de la provincia particularmente en los departamentos del sur, pero reduciéndose el departamento Pellegrini. En el este en se aprecia una leve reducción de las áreas con valores “muy por debajo de promedio histórico”

Si se toma en cuenta la totalidad de los píxeles con datos de la provincia, en este periodo el 72,7% corresponden a la categoría estilizada con amarillo, el 14,4% a la categoría de “por encima del promedio histórico” (verde claro) y el 2,5% a la categoría de “muy por encima del promedio histórico” (verde oscuro). La cantidad de píxeles que representan áreas con sus anomalías relativas del NDVI por debajo del promedio histórico, alcanzan el 10,4% del territorio provincial (08,5% corresponden a la categoría “por debajo del promedio histórico” y un 01,8% a la categoría “muy por debajo del promedio histórico”).

En la Figura 27 se aprecia aún más la reducción de áreas con valores por encima del promedio y un incremento de aquellas con valores por debajo del promedio en el oeste de la provincia.

En este período, el 58,2% corresponde a la categoría de “igual o similar al promedio histórico” (amarillo), el 24,3% a la categoría de “por encima del promedio histórico” (verde claro) y, el 08,9 %, a la categoría de “muy por encima del promedio histórico” (verde oscuro). La cantidad de píxeles que representan áreas con sus anomalías relativas del NDVI por debajo del promedio histórico, alcanzan el 8,7% del territorio provincial del que se cuenta con datos (7,1% corresponden a la categoría “por debajo del promedio histórico” y un 1,6% a la categoría “muy por debajo del promedio histórico”).

Focos de Calor

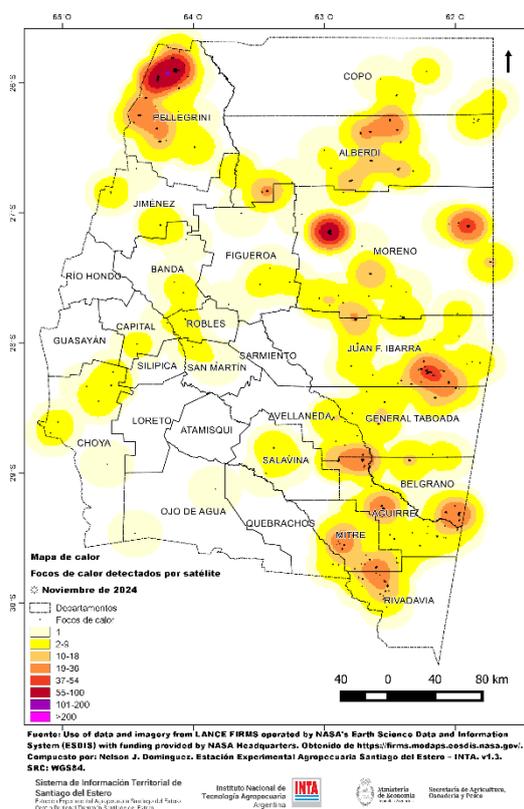


Figura 28. Focos de calor detectados por sensores satelitales y densidad de estos durante el mes de noviembre de 2024.

Los focos de calor son anomalías de temperatura que podrían indicar un incendio o cualquier fuente significativa de calor. En el mapa provincial se muestran los focos de calor detectados por satélite durante el mes de noviembre. Para ello se emplea el producto “Detección de Fuegos Activos”⁶³ obtenido de la información recogida por sensores VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite) a bordo de los satélites de órbita polar Suomi-NPP y NOAA-20. En comparación con otros productos de detección de incendios satelitales de resolución más gruesa (≥ 1 km), los datos mejorados de 375m proporcionan una mayor respuesta sobre incendios de áreas relativamente pequeñas, así como un mapeo mejorado de grandes perímetros de incendios. Se excluyen de esta visualización los focos de calor con confianza baja.

Los focos detectados fueron de un 66% menos a los del mes pasado. Las mayores concentraciones se presentaron en el departamento Moreno y Pellegrini (Figura 28).

Este boletín fue confeccionado por *Agrometeorología*, grupo de *Recursos Naturales* de la Estación Experimental Agropecuaria Santiago del Estero del I.N.T.A.

Para más información:

Nelson Javier Domínguez: dominguez.nelson@inta.gov.ar;

Howard van Meer: vanmeer.howard@inta.gov.ar

La red de estaciones de INTA continúan gracias a contribución de los proyectos internos:

RIST I067 Red de sensores agrometeorológicos

PD I091 Adaptación a la variabilidad y al cambio global: herramientas para la gestión de riesgos, la reducción de impactos y el aumento de la resiliencia de socioecosistemas.

⁶³ Fire Information for Resource Management System (FIRMS). We acknowledge the use of data and imagery from LANCE FIRMS operated by NASA's Earth Science Data and Information System (ESDIS) with funding provided by NASA Headquarters. <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/>